

T36-160634M/KOH  
NGB.318



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re patent application of

Yukitoshi Inui et al.

Serial No.: 10/693,605

Group Art Unit: 2874

Filing Date: October 27, 2003

Examiner: Unknown

For: MATERIAL COMPOSITION FOR PRODUCING OPTICAL WAVEGUIDE AND  
METHOD FOR PRODUCING OPTICAL WAVEGUIDE

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Number 2002-313421 filed on October 28, 2002, and Japanese Application Number 2002-313422 filed on October 28, 2002, upon which application the claim for priority is based. Acknowledgment of receipt is respectfully requested.

Respectfully submitted,

Sean M. McGinn  
Registration No. 34,386

Date: 3/8/04

McGinn & Gibb, PLLC  
Intellectual Property Law  
8321 Old Courthouse Road, Suite 200  
Vienna, VA 22182-3817  
(703) 761-4100  
Customer No. 21254

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月 2 8 日  
Date of Application:

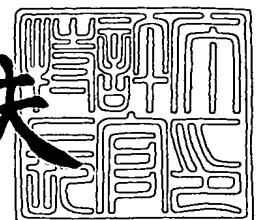
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 2 ]

出      願      人  
Applicant(s):                      東亜合成株式会社  
  株式会社豊田中央研究所  
  豊田合成株式会社

2 0 0 3 年    7 月 2 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 8 5 6 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02085X5

【提出日】 平成14年10月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 丁目 1 4 番 1 号 東亜合成株式会社  
内

【氏名】 佐藤 伸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 丁目 1 4 番 1 号 東亜合成株式会社  
内

【氏名】 加藤 久雄

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 山下 達弥

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 各務 学

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合  
成株式会社内

【氏名】 伊縫 幸利

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合  
成株式会社内

【氏名】 近藤 国芳

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003034  
【氏名又は名称】 東亜合成株式会社  
【代表者】 福澤 文士郎

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003609  
【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所  
【代表者】 高橋 理一

## 【特許出願人】

【識別番号】 000241463  
【氏名又は名称】 豊田合成株式会社  
【代表者】 松浦 剛

## 【代理人】

【識別番号】 100087723  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 藤谷 修  
【電話番号】 052-363-2558

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007445  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9102995  
【包括委任状番号】 0012134

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路の作製用材料組成物及び光導波路の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ラジカル重合性材料と、

カチオン重合性材料と、

光照射により前記ラジカル重合性材料の重合を開始させるラジカル重合開始剤と、

光照射により前記カチオン重合性材料の重合を開始させるカチオン重合開始剤とを含む組成物であって、

特定波長の光照射は、前記ラジカル重合開始剤の活性化に有効であって前記カチオン重合開始剤の活性化に有効でなく、

前記ラジカル重合性材料の硬化物の屈折率は前記カチオン重合性材料の硬化物の屈折率よりも小さいことを特徴とする光導波路の作製用材料組成物。

【請求項 2】 前記組成物全体の硬化物の屈折率は、前記ラジカル重合性材料の硬化物の屈折率よりも 0.001 以上大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の光導波路の作製用材料組成物。

【請求項 3】 前記光導波路の作製用材料組成物は液状であって、25℃における粘度が 0.1MPa 秒以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光導波路の作製用材料組成物。

【請求項 4】 前記ラジカル重合性材料を、加熱によって重合させ得る熱重合開始剤を更に含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の光導波路の作製用材料組成物。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の光導波路の作製用材料組成物を用いて光導波路を製造する方法であって、

前記特定波長の第 1 の光照射により前記ラジカル重合開始剤を活性化させて、少なくとも前記カチオン重合性材料と前記カチオン重合開始剤とを取り込む形で前記ラジカル重合性材料を硬化させ、光学的に透明な光路部分を形成する第 1 の光硬化工程と、

前記光路部分を形成した後、前記第 1 の光照射を継続して、前記光路部分の表

面に前記ラジカル重合性材料を硬化させる第2の光硬化工程と、

前記ラジカル重合開始剤と前記カチオン重合開始剤の両方を活性化させる第2の光照射により、前記光路部分に取り込まれた前記カチオン重合性材料、並びに、未硬化の残余の組成物全体を硬化させる第3の光硬化工程とから成り、

高屈折率の光路部分と、その表面の低屈折率部分とを有する光導波路を製造する方法。

【請求項6】 請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の光導波路の作製用材料組成物を用いて光導波路を製造する方法であって、

前記特定波長の第1の光照射により前記ラジカル重合開始剤を活性化させて、少なくとも前記カチオン重合性材料と前記カチオン重合開始剤とを取り込む形で前記ラジカル重合性材料を硬化させ、光学的に透明な光路部分を形成する第1の光硬化工程と、

前記光路部分を形成した後、前記第1の光照射を継続して、前記光路部分の表面に前記ラジカル重合性材料を硬化させる第2の光硬化工程と、

未硬化物を含浸した硬化物を未硬化の残余の組成物から取り出したうえで、硬化物に含浸した未硬化物を、前記ラジカル重合開始剤と前記カチオン重合開始剤の両方を活性化させる第2の光照射により硬化させる第3の光硬化工程とから成り、

高屈折率の光路部分と、その表面の低屈折率部分とを有する光導波路を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は重合機構及び屈折率の異なる2種類の重合性モノマー及び／又はオリゴマーを主成分とした組成物を用い、それぞれの重合性モノマー及び／又はオリゴマーの重合機構の差を利用して選択的な重合を誘起させて屈折率の差、又は分布を有する重合体を形成する工程からなる光導波路の製造方法に関する。本発明は簡便・安価な光伝送路の製造方法並びにその製法に好適な材料の組成に関する。本発明の光導波路の作製用材料組成物及び光導波路の製造方法は、光ファイバ

一通信分野における安価で低損失な光インターコネクション、光分波器あるいは合波器等の光導波路部品の製造に応用可能である。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

光硬化性樹脂溶液にビーム状の所定波長光を導入し、自己集光現象を利用して、光導波路デバイスを形成する技術が注目されている。例えば、本願共同出願人による下記特許文献1、2に記載された光導波路の製造方法がある。

#### 【0003】

##### 【特許文献1】

特開 2000-347043 号公報

##### 【特許文献2】

特開 2002-169038 号公報

#### 【0004】

この製造方法によると、まず、高屈折率の光硬化性樹脂と低屈折率の光硬化性樹脂の混合溶液を所定の容器に充たす。次に、光ファイバーの先端を混合溶液に浸け、当該高屈折率の光硬化性樹脂のみを硬化させる特定波長帯の光を光ファイバーにて導入する。すると、光ファイバーの先端から出射する光によって当該光ファイバー先端から当該光ファイバーのコア径と同程度の径を有する高屈折率の硬化物を自己集光現象を利用して徐々に形成できる。この後、溶液内に残った高屈折率及び低屈折率の光硬化性樹脂の混合溶液を両樹脂が共に光硬化するよう所定波長帯の光を全体に照射する。こうして、先に形成した屈折率の高い硬化物の周囲に低屈折率の硬化物を形成することにより、ステップ状の屈折率分布を持った光導波路を作成する技術である。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献1、2に開示された技術では、屈折率の分布は基本的にステップ状の段階的なものとなる。ここで、コア（高屈折率部分）とクラッド（低屈折率部分）の屈折率差を大きくしようとする、コア形成の時間を長くして、高屈折率材料のみを選択的に重合させる必要があり、生産性が向上しない。また、コア断面

における屈折率は正確には平坦ではなく、中心から周辺に向かってやや高くなる。このため、導波路の端面における伝送光のニアフィールドパターンがドーナツ状の強度分布を示す。従って、コア中央部の屈折率が最も高いグレーデッドインデックス型光ファイバとの結合効率が良くないという問題があった。

#### 【0006】

即ち、本発明は上記問題を解決すべくなされたものであり、その目的は、生産性が良く、コア中央部の屈折率が最も高い新たな光導波路の製造方法を提供することである。また、それに適した光導波路作製に適した材料組成物を提供することである。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記方法における問題点を回避する方法を鋭意検討し、次のことを見出した。まず、高屈折率の光硬化性材料と低屈折率の光硬化性材料の混合溶液に、当該低屈折率光硬化性材料のみを硬化させる特定波長帯の光照射を行う。すると高屈折率の光硬化性材料を取り込んだ状態で低屈折率の光硬化性材料を光照射の形状に応じたパターンに重合硬化させることによって光学的に透明な光路部分（コア）を形成できる。尚、取り込まれた高屈折率の光硬化性材料はこの状態では硬化していない。次に、引き続いて低屈折率材料のみを硬化させる特定波長帯の光を光伝送路部分に一定時間以上照射継続すると、光伝送路部分からの漏洩または散乱による光成分によって光路部分の表面に低屈折率の光硬化性材料のみが選択的に重合し、光伝送路部分よりも屈折率の低い重合硬化物の層（擬似クラッド層）が形成される。尚、やはりこの状態では光路部分の表面に屈折率の高い光硬化性材料が取り込まれたとしても当該屈折率の高い光硬化性材料は硬化していない。その後、溶液内に残った高屈折率及び低屈折率の光硬化性材料の混合溶液を両樹脂が光硬化する特定波長帯の光を照射することによって、先に形成した屈折率の低い硬化物層の周囲に高屈折率の硬化物（基体部）が形成され、光照射方向の直交断面内に、高屈折率部分（基体部）に保持された低屈折率部分に被覆された高屈折率部分となる屈折率分布を形成できることを見出した。

#### 【0008】



即ち、上記の課題を解決するため、請求項 1 に記載の手段は、ラジカル重合性材料と、カチオン重合性材料と、光照射によりラジカル重合性材料の重合を開始させるラジカル重合開始剤と、光照射によりカチオン重合性材料の重合を開始させるカチオン重合開始剤とを含む組成物であって、特定波長の光照射は、ラジカル重合開始剤の活性化に有効であってカチオン重合開始剤の活性化に有効でなく、ラジカル重合性材料の硬化物の屈折率はカチオン重合性材料の硬化物の屈折率よりも小さいことを特徴とする光導波路の作製用材料組成物である。

#### 【0009】

ここで、ラジカル重合性材料とは、ラジカル重合可能な反応基を 1 つ以上有するモノマー及び／又はオリゴマーを言う。ラジカル重合可能な反応基としては、例えばアクリロイル基やメタクリロイル基が挙げられる。また、カチオン重合性材料とは、カチオン重合可能な反応基を有するモノマー及び／又はオリゴマーを言う。カチオン重合可能な反応基としては、化学構造中に例えばオキシラン環（エポキシド）やオキセタン環を有するものが挙げられる。ここにおいてラジカル重合性材料及びカチオン重合性材料は各々単一化合物に限られず、異なる構造の複数のモノマー及び／又はオリゴマーの混合物であっても良い。本発明の組成物は、最終的に必要な部分が硬化できれば良く、硬化する範囲で溶媒その他の重合に直接関与しない化合物が含まれていても良い。

#### 【0010】

また、請求項 2 に記載の手段は、組成物全体の硬化物の屈折率は、ラジカル重合性材料の硬化物の屈折率よりも 0.001 以上大きいことを特徴とする。また、請求項 3 に記載の手段は、組成物は液状であって、25℃における粘度が 0.1MPa 秒以下であることを特徴とする。

#### 【0011】

また、請求項 4 に記載の手段は、ラジカル重合性材料とを、加熱によって重合させ得る熱重合開始剤を更に含むことを特徴とする。

#### 【0012】

請求項 5 に記載の手段は、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の光導波路の作製用材料組成物を用いて光導波路を製造する方法であって、特定波長の

第1の光照射によりラジカル重合開始剤を活性化させて、少なくともカチオン重合性材料とカチオン重合開始剤とを取り込む形でラジカル重合性材料を硬化させ、光学的に透明な光路部分を形成する第1の光硬化工程と、光路部分を形成した後、第1の光照射を継続して、光路部分の表面にラジカル重合性材料を硬化させる第2の光硬化工程と、ラジカル重合開始剤とカチオン重合開始剤の両方を活性化させる第2の光照射により、光路部分に取り込まれたカチオン重合性材料、並びに、未硬化の残余の組成物全体を硬化させる第3の光硬化工程とから成り、高屈折率の光路部分と、その表面の低屈折率部分とを有する光導波路を製造する方法である。また、請求項6に記載の手段は、請求項5の手段において、未硬化物を含浸した硬化物を未硬化の残余の組成物から取り出して第3の光硬化工程を行うことである。

#### 【0013】

##### 【作用及び発明の効果】

ラジカル重合性材料とカチオン重合性材料との混合物に、ラジカル重合開始剤のみが活性化する第1の光照射を行うと、当該第1の光が照射された部分のラジカル重合性材料のみが硬化する（第1の光硬化工程）。このとき、ラジカル重合は速いので、硬化するラジカル重合性材料の間にカチオン重合性材料が硬化しないまま取り込まれる形となり得る。この部分はのちの第3の光硬化工程でカチオン重合性材料も硬化させることで、ラジカル重合性材料とカチオン重合性材料とが混合して硬化したものと同等になり、最終的にはラジカル重合性材料硬化物の屈折率とカチオン重合性材料硬化物の屈折率の中間の屈折率を有する光路部分（コア）となるものである。この時、通常の重合性材料は硬化前よりも硬化後のほうが屈折率が高くなるため、いわゆる自己集光現象が起こる。即ち照射される光は、硬化前における拡散よりも、第1の光が照射された部分が硬化していくに従い、拡散が少なくなっていく、軸状にカチオン重合性材料を取り込んだ形でラジカル重合性材料が硬化する。

#### 【0014】

次に、第2の光硬化工程では、光照射の方向等を変化させないので、大部分の照射光は第1の光硬化工程で形成された未硬化のカチオン重合性材料を取り込ん

だラジカル重合性材料の硬化物からなる光路部分にのみ照射される。しかし、当該光路部分を光路方向に完全に平行な光のみが導入されているわけではなく光路部分の外側にわずかながら漏れ出す光が存在する。すると当該わずかな漏光により、未硬化のカチオン重合性材料を取り込んだラジカル重合性材料の硬化物からなる光路部分の周囲即ち表面に、ラジカル重合性材料の重合が発生する。このとき、漏光が微弱であるため、第1の光硬化工程で形成された光路部分ほどにはカチオン重合性材料の取り込みが生じないようにし得る。即ち、第1の光硬化工程ではラジカル重合性材料が硬化する際、混合したカチオン重合性材料はほとんど散逸できずに取り込まれるが、第2の光硬化工程ではラジカル重合性材料の硬化速度が遅ければカチオン重合性材料は未硬化の混合物溶液に散逸可能だからである。すると、当該光路部分の周囲即ち表面は、光路部分のラジカル重合性材料硬化物の濃度よりもラジカル重合性材料硬化物の濃度の高い部分が膜状に覆うこととなる。

#### 【0015】

更に第3の光硬化工程で光路部分の未硬化のカチオン重合性材料の硬化と、表面をラジカル重合性材料の硬化物で覆われた光路部分の周囲の未硬化の残余の組成物の硬化を行えば、中心部にラジカル重合性材料硬化物の屈折率とカチオン重合性材料硬化物の屈折率の中間の屈折率を有する光路部分、光路部分の周囲のよりラジカル重合性材料硬化物の屈折率に近い屈折率を有する光路の周囲部分、ラジカル重合性材料硬化物の屈折率とカチオン重合性材料硬化物の屈折率の中間の屈折率を有する残余の周囲の3つの部分から成る光導波路を構成できる。ここで、ラジカル重合性材料硬化物の屈折率はカチオン重合性材料硬化物の屈折率より小さいので、結局表面を低屈折率硬化物（クラッド様部）で覆われた光路部分はいわゆるコアとして用いることができる。尚ここで、コアからクラッド様部にかけての屈折率変化は、連続的であっても良いものとする。即ち、ステップインデックス型の屈折率の変化があっても良く、グレーデッドインデックス型の連続した屈折率の変化があっても良い。尚、未硬化物を含浸した硬化物を未硬化の残余の組成物から取り出したうえで第3の光硬化工程を行っても良い。

#### 【0016】

このとき形成される光導波路の光路部分の中心から周辺方向即ち低屈折率硬化物（クラッド様部）方向に向けての屈折率変化は、周辺に行くに従って低くなり、グレーデッドインデックス型光ファイバとの結合効率も良い。また、光路部分を形成する第1の光硬化工程の際には、カチオン重合性材料が光路部分から逃げられないよう、強度の高い光照射を行うので、既述の技術よりもコア形成の時間を短縮でき、生産性を良くすることができる（以上請求項5、6）。

#### 【0017】

このような製造方法に適した組成物は極めて有用である（請求項1）。組成物全体の硬化物の屈折率とラジカル重合性材料の硬化物の屈折率との差が0.001以上とすることで、光路部分の最も屈折率の高い部分と光路の周囲の屈折率の最も低い部分との屈折率差がコアとクラッドの屈折率の関係を有するようにすることができる（請求項2）。

#### 【0018】

少なくとも光路の表面を硬化させる第2の光硬化工程ではラジカル重合性材料のみ硬化させたいのであるから、カチオン重合性材料が容易にそこから遊離できるよう、また、適宜容器に充填して脱泡できるよう、組成物は全体として液状であることが好ましい。更にその液状の組成物の粘度は0.1MPa秒以下であることが望ましい（請求項3）。また、第3の光硬化工程でも硬化が不十分である場合に加熱して熱重合させるため、組成物はラジカル重合性材料を、加熱によって重合させ得る熱重合開始剤を更に含むことがより好ましい（請求項4）。

#### 【0019】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施に適した形態を詳細に説明する。

#### 【0020】

##### 〔ラジカル重合性材料〕

本発明のラジカル重合性材料としては、ラジカル重合可能なアクリロイル基等のエチレン性不飽和反応性基を構造単位中に1個以上、好ましくは2個以上有する光重合性モノマー及び／又はオリゴマーであって、低屈折率とすべき観点から脂肪族系のモノマー及び／又はオリゴマーが好ましい。エチレン性不飽和反応性

基を有するものの例としては、(メタ) アクリル酸エステル、イタコン酸エステル、マレイン酸エステル等の共役酸エステルを挙げることができる。尚、(メタ) アクリル酸は、アクリル酸又はメタクリル酸を表す。

#### 【0021】

具体的には、例えば、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、テトラエチレングリコール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、トリプロピレングリコール、テトラプロピレングリコール、ネオペンチルグリコール、1,3-プロパンジオール、1,4-ブタンジオール、1,5-ペンタンジオール、1,6-ヘキサジオール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール等の多価アルコールの(メタ) アクリル酸エステル誘導体、イタコン酸エステル誘導体、マレイン酸エステル誘導体を挙げることができ、また、これらの混合物であっても良い。更に、屈折率を下げるために構造単位中の水素の一部をフッ素に置換したものであっても良く、これらに限定されることはない。

#### 【0022】

##### 〔カチオン重合性材料〕

本発明のカチオン重合性材料としては、カチオン重合可能なオキシラン環(エポキシド)、オキセタン環等の反応性エーテル構造を構造単位中に1個以上、好ましくは2個以上有し、共に用いられるラジカル重合性材料よりも屈折率の高い光重合性のモノマー及び／又はオリゴマーであって、高屈折率の観点から構造単位中にフェニル基等の芳香族環を一つ以上含んだものが好ましい。尚、本願におけるオキシラン環(エポキシド)としては、オキシラニル基の他、3,4-エポキシシクロヘキシル基なども含まれる。またオキセタン環とは、4員環構造のエーテルである。

#### 【0023】

具体的には、例えば、フェニルグリシジルエーテルや、ビスフェノールA、ビスフェノールS、ビスフェノールZ、ビスフェノールF、ノボラック、o-クレゾールノボラック、p-クレゾールノボラック、p-アルキルフェノールノボラック等の各種フェノール化合物等のグリシジルエーテル誘導体、オキセタニル誘導体を

挙げることができ、これらの混合物であっても良い。更に、屈折率を高める目的で芳香族環の水素を塩素あるいは臭素で置換しても良く、これらに限定されることはない。また、特開平7-62082号公報に記載されているように、モノマーの構造単位中にオキシラン環（エポキシド）のみを含む場合よりも、構造単位中にオキセタン環を含んだモノマーと構造単位中にオキシラン環（エポキシド）を含んだ混合物は、その重合硬化性等の硬化物物性が向上することが知られており、構造単位中にオキシラン環（エポキシド）を一つ以上含んだモノマーと構造単位中にオキセタン環を一つ以上含んだ単一モノマー、あるいは、構造単位中にそれぞれ単独にオキシラン環（エポキシド）とオキセタン環を一つ以上含んだモノマーの混合物であってもよい。

#### 【0024】

##### 〔ラジカル重合開始剤〕

本発明のラジカル重合開始剤としては、ラジカル重合性モノマー及び／又はオリゴマーから成るラジカル重合性材料の重合反応を光によって活性化する化合物である。具体例としては、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル及びベンゾインプロピルエーテル等のベンゾイン類、アセトフェノン、2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン、2,2-ジエトキシ-2-フェニルアセトフェノン、1,1-ジクロロアセトフェノン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-メチル-1-(4-(メチルチオ)フェニル)-2-モルホリノプロパン-1-オン及びN,N-ジメチルアミノアセトフェノン等のアセトフェノン類、2-メチルアントラキノン、1-クロロアントラキノン及び2-アミルアントラキノン等のアントラキノン類、2,4-ジメチルチオキサントン、2,4-ジエチルチオキサントン、2-クロロチオキサントン及び2,4-ジイソプロピルチオキサントン等のチオキサントン類、アセトフェノンジメチルケタール及びベンジルジメチルケタール等のケタール類、ベンゾフェノン、メチルベンゾフェノン、4,4'-ジクロロベンゾフェノン、4,4'-ビスジエチルアミノベンゾフェノン、ミヒラーズケトン及び4-ベンゾイル-4'-メチルジフェニルサルファイド等のベンゾフェノン類、並びに2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド等が挙げられる。尚、ラジカル重合開始剤は単独で使用しても、2種以上を併用しても良く、また、これらに限定されることはない。

## 【0025】

## 〔カチオン重合開始剤〕

本発明のカチオン重合開始剤としては、カチオン重合性モノマー及び／又はオリゴマーから成るカチオン重合性材料の重合反応を光によって活性化する化合物である。具体例としては、ジアゾニウム塩、ヨードニウム塩、スルホニウム塩、セレンニウム塩、ピリジニウム塩、フェロセニウム塩、ホスホニウム塩、チオピリニウム塩が挙げられるが、熱的に比較的安定であるジフェニルヨードニウム、ジトリルヨードニウム、フェニル(p-アニシル)ヨードニウム、ビス(p-t-ブチルフェニル)ヨードニウム、ビス(p-クロロフェニル)ヨードニウムなどの芳香族ヨードニウム塩、ジフェニルスルホニウム、ジトリルスルホニウム、フェニル(p-アニシル)スルホニウム、ビス(p-t-ブチルフェニル)スルホニウム、ビス(p-クロロフェニル)スルホニウムなどの芳香族スルホニウム塩等のオニウム塩光重合開始剤が好ましい。芳香族ヨードニウム塩および芳香族スルホニウム塩等のオニウム塩光重合開始剤を使用する場合、アニオンとしては $\text{BF}_4^-$ 、 $\text{AsF}_6^-$ 、 $\text{SbF}_6^-$ 、 $\text{PF}_6^-$ 、 $\text{B}(\text{C}_6\text{F}_5)_4^-$ などが挙げられる。尚、カチオン重合開始剤は単独で使用しても、2種以上を併用しても良く、また、これらに限定されることはない。

## 【0026】

## 〔選定と配合比について〕

以上の構成要素を含む本発明の光導波路の作製用材料組成物は、ラジカル重合性材料の単独の重合硬化物における屈折率 $n_r$ 、カチオン重合性材料の単独の重合硬化物における屈折率 $n_c$ 、及び、組成物全体の重合硬化物における屈折率 $n_{rc}$ の関係が $n_r < n_{rc} < n_c$ を充たし、かつ、 $n_{rc}$ と $n_r$ の差( $n_{rc} - n_r$ )が0.001以上、より好ましくは0.003以上、さらに望ましくは0.01以上の関係を充たすよう、ラジカル重合性材料、カチオン重合性材料を上記から選定して組合わせ、また配合比を選定する。尚、本願において屈折率は全てナトリウムのD輝線光(589nm)における屈折率を言うものとする。 $n_{rc}$ と $n_r$ の差( $n_{rc} - n_r$ )が0.01以上であれば、光路部分(コア)中心部の最大屈折率 $n_{\max}$ (ほぼ $n_{rc}$ に等しい。)と、光路部分外周の最低屈折率 $n_{\min}$ ( $n_{rc} > n_{\min} > n_r$ )との差 $\Delta n$ を0.001以上とすることが容易となるので、とくに有用である。

## 【0027】

上記 $n_{rc}$ と $n_r$ の差 ( $n_{rc}-n_r$ ) が0.001以上、好ましくは0.003以上の関係を充たした上、ラジカル重合性材料とカチオン重合性材料の配合比 (質量比、以下同様) は90:10から20:80の範囲にあることが好ましい。ラジカル重合性材料の配合比が組成物の20%未満では、以下に記載する光導波路の製法における第1の光硬化工程におけるラジカル重合性材料のモノマー (及び/又はオリゴマー) の量が不足するため、最初に形成される光伝送路部分の形成時間に長時間を要したり、たとえ形成出来ても十分な強度を備えた光伝送路部分を形成することが困難となる。また、カチオン重合性材料の配合比を10%未満にすることは不可能ではないが、このような組成比で上記 $n_{rc}$ と $n_r$ の差 ( $n_{rc}-n_r$ ) が0.003以上を充たすには、カチオン重合性材料として屈折率が著しく高いものを選定する必要がある。そのようなカチオン重合性材料の多くは単独では固体の材料となるため、ラジカル重合性材料と均一に混合するためには、ラジカル重合性材料に溶媒としての性質を備えたものを選定、配合するか、別途溶媒にカチオン重合性材料を溶解させた後、ラジカル重合性材料と配合/調製した後、溶媒成分を除去する必要があるなどの操作が煩雑となり好ましくない。

## 【0028】

また、上記構成を含む本発明の光導波路の作製用材料組成物において、ラジカル重合開始剤は特定波長 $\lambda_r$ 以下の光照射により、カチオン重合開始剤は特定波長 $\lambda_c$ 以下の光照射によって活性化され得る化合物である。ここで、特定波長 $\lambda_r$ 以下と特定波長 $\lambda_c$ 以下の光照射によって活性化され得る化合物成分とは其々特定波長以下に光学吸収端 (光学吸収における最も長い吸収波長) が存在する化合物である。また、以下に記載する光導波路の製法における第1及び第2の光硬化工程の第1の光照射とに用いる特定波長帯の光 $\lambda_1$ と、第3の光硬化工程での第2光照射に用いる特定波長帯の光 $\lambda_2$ が $\lambda_1 > \lambda_2$ の関係を充たす必要性があることから $\lambda_r > \lambda_c$ となる関係を充たすものであれば上記化合物の組合わせは任意に選定可能である。即ち、波長について、 $\lambda_r > \lambda_1 > \lambda_c > \lambda_2$ であれば良い。また、 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ は波長帯であって、単一波長光を意味するものでも、また、第1及び第2の光硬化工程、第3の光硬化工程で一定の波長帯の照射に限定されるもので



もない。当然、照射強度も工程途中で変化させても本願発明に包含される。

#### 【0029】

また、ラジカル重合開始剤とカチオン重合開始剤は、ラジカル重合性材料とカチオン重合性材料の混合溶液に対して相溶性をもったものを選定することが好ましい。更には、カチオン重合開始剤の特定波長 $\lambda_c$ は一般的に400nm以下にあることから、ラジカル重合開始剤としては、 $\lambda_c$ よりも長い波長に特定波長 $\lambda_r$ のあるものが好ましく、かつ、以下に記載する光導波路の製法における第2の光照射に用いる特定波長帯 $\lambda_2$  ( $\leq \lambda_c$ ) の光照射によっても分解反応を起こすものが好ましい。特に好ましくは、2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド ( $\lambda_r=430\text{nm}$ 、BASF社製、商品名「Lucirin TP0」)、ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)フェニルホスフィンオキシド ( $\lambda_r=460\text{nm}$ 、チバスペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名「IRUGACURE 819」)、ビス(2,6-ジメトキシベンゾイル)-2,4,4-トリメチルペンチルホスフィンオキシド (50%) と1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン (50%) の混合物 ( $\lambda_r=440\text{nm}$ 、チバスペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名「IRUGACURE 1850」) 等を挙げることができる。尚、これらに限定されることはない。

#### 【0030】

また、ラジカル重合開始剤の量は、ラジカル重合性材料100質量部に対し、0.05から10質量部、好ましくは、0.1から5質量部である。さらに、カチオン重合開始剤の量は、カチオン重合性材料100質量部に対して0.1から20質量部、好ましくは、1から10質量部である。

#### 【0031】

〔ポストキュアの必要性〕

本発明の光導波路の作製用材料組成物を構成する成分には、ラジカル重合開始可能な熱重合開始剤を配合してもよい。一般的に光重合性モノマー（及び／又はオリゴマー）に対して光重合だけを実施した場合には重合が完了し得ないモノマー（及び／又はオリゴマー）が系内に少量残余する。このため、所謂ポストキュアによって重合を完了させることが一般的に実施される。また、カチオン重合性モノマー（及び／又はオリゴマー）の場合に光重合直後にポストキュアを実施す

れば、系内に残余するカチオン種（塩であるカチオン重合開始剤のカチオン側）によって熱重合が誘起される。しかし、ラジカル重合性モノマー（及び／又はオリゴマー）の場合には、系内のラジカル種は光照射の停止により直ちに消滅すると考えられており、ポストキュアによる残余モノマー（及び／又はオリゴマー）の重合を完了させることは困難となる。以下に記載する本発明の光導波路の製法においても、第2の光照射によっても重合し得なかったラジカル重合性材料とカチオン重合性材料が系内に微量残余する。このため、最終製品の熱安定性を高める目的においてポストキュアが有効となるが、上記のような理由からラジカル重合性モノマー（及び／又はオリゴマー）からなるラジカル重合性材料の残余モノマー（及び／又はオリゴマー）をポストキュアさせ得るためには熱重合開始剤の配合が有効となる。

### 【0032】

#### 〔熱重合開始剤〕

熱重合開始剤としては、有機過酸化物及びアゾ系化合物等が挙げられるが、一般的にアゾ化合物は分解に伴い窒素を発生するため好ましくなく、有機過酸化物の使用が好ましい。有機過酸化物の具体例としては、過酸化3,5,5-トリメチルヘキサノイル、過酸化ラウリル、過酸化ベンゾイル、1,1-ビス(t-ブチルペルオキシ)-2-メチルシクロヘキサン、1,1-ビス(t-ヘキシルペルオキシ)-3,3,5-トリメチルシクロヘキサン、1,1-ビス(t-ヘキシルペルオキシ)シクロヘキサン、1,1-ビス(t-ブチルペルオキシ)-3,3,5-トリメチルシクロヘキサン、1,1-ビス(t-ブチルペルオキシ)シクロヘキサン、2,2-ビス(4,4-ジブチルペルオキシシクロヘキシル)プロパン、1,1-ビス(t-ブチルペルオキシ)シクロドデカン、t-ヘキシルペルオキシイソプロピルモノカーボネート、ペルオキシマレイン酸t-ブチル、ペルオキシ-3,5,5-トリメチルヘキサン酸t-ブチル、ペルオキシラウリン酸t-ブチル、2,5-ジメチル-2,5-ジ(m-トルオイルペルオキシ)ヘキサン、t-ブチルペルオキシイソプロピルモノカーボネート、t-ブチルペルオキシ-2-エチルヘキシルモノカーボネート、過安息香酸t-ヘキシル、2,5-ジメチル-2,5-ジベンゾイルペルオキシヘキサン、過酢酸t-ブチル、2,2-ビス(t-ブチルペルオキシ)ブタン、過安息香酸t-ブチル、4,4-ビス(t-ブチルペルオキシ)吉草酸n-ブチル、ペルオキシイソフタル

酸ジ $t$ -ブチル、 $\alpha$ 、 $\alpha'$ -ビス( $t$ -ブチルペルオキシ)ジイソプロピルベンゼン、過酸化クミル、2,5-ジメチル-2,5-ジ( $t$ -ブチルペルオキシ)ヘキサン、 $t$ -ブチルクミルペルオキシド、過酸化 $t$ -ブチル、 $p$ -メンタンヒドロペルオキシド、2,5-ジメチル-2,5-ジ( $t$ -ブチルペルオキシ)ヘキシン-3、ジイソプロピルベンゼンヒドロペルオキシド、 $t$ -ブチルトリメチルシリルペルオキシド、1,1,3,3-テトラメチルブチルヒドロペルオキシド、クミルヒドロペルオキシド、 $t$ -ヘキシルヒドロペルオキシド、 $t$ -ブチルヒドロペルオキシド等が挙げられる。

### 【0033】

なお、熱重合開始剤の添加は本発明の光導波路の作製用材料組成物の熱安定性を下げる原因にもなり得ることから、その選定においては、組成物の貯蔵温度、ポストキュアの温度並びに時間を勘案する必要がある。この観点から、組成物の貯蔵温度を室温とし、10時間ポストキュアするとした場合、熱重合開始剤は加熱分解による半減期を得るための温度範囲が50℃から100℃の範囲にあるものが好ましい。このような有機過酸化物としては、過酸化3,5,5-トリメチルヘキサノイル(60℃、日本油脂製、商品名「パーロイル355」)、過酸化ラウリル(62℃、日本油脂製、商品名「パーロイルL」)、過酸化ベンゾイル(74℃、日本油脂製、商品名「ナイパーB」)、1,1-ビス( $t$ -ブチルペルオキシ)-3,3,5-トリメチルシクロヘキサン(90℃、日本油脂製、商品名「パーヘキサ3M」)、1,1-ビス( $t$ -ブチルペルオキシ)シクロヘキサン(91℃、日本油脂製、商品名「パーヘキサC」)、ペルオキシ-3,5,5-トリメチルヘキサン酸 $t$ -ブチル(97℃、日本油脂製、商品名「パーブチル355」)、 $t$ -ブチルペルオキシイソプロピルモノカーボネート(98℃、日本油脂製、商品名「パーブチル1」)等を挙げることが出来る。尚、これらに限定されることはない。また、上記熱重合開始剤の添加量は、本発明の光導波路の作製用材料組成物の0.01質量%から5質量%、より好ましくは、0.05質量%から1質量%の範囲が良い。

### 【0034】

さらに、以下に記載する本発明の光導波路作製では、第1の光照射によって光伝送可能な硬化物領域を形成する。また、第2の光照射によって前記光伝送可能な硬化物を保護する目的の硬化物領域を形成するが、当該製法の優位性は、特許

文献1、2に公開されている製法と同様に、光伝送経路内に光学フィルターや45度反射ミラーを設置した状態で光伝送路や当該光伝送路を保護する硬化物領域を形成することが可能である。このためには、光伝送路の形成を開始する前に、予め光伝送路系内に光学フィルターやミラー等の光学部品を設置する必要がある、これを実現するには、本発明に用いる光伝送路又は導波路製法用組成物は液状であることが必要である。組成物の液性は粘度として表現可能であり、本特許の光伝送路又は導波路製法に適した当該製法用の組成物における粘度としては室温25℃において0.1MPa秒以下の液状であることが好ましい。当該粘度はラジカル重合性材料及びカチオン重合性材料の好適組成条件における混合物の粘度に大きく依存し、組成物の脱泡処理や充填工程の作業性向上の観点からは、より低い粘度であることが望まれるが、0.1MPa秒以下の粘度を持ったものであれば、上記のような光学部品を設置した状態で組成物を充填することは不可能ではない。一方、組成物粘度が0.1MPa秒を越えると粘性が高くなり過ぎて光学部品を設置した状態で組成物を充填すると気泡が混入する、あるいは、当該光学部品が移動してしまうなどの不具合を生じ易くなり製法上好ましくない。

#### 【0035】

本発明の光導波路の作製用材料組成物の構成例を挙げると、ラジカル重合性材料を脂肪族系（メタ）アクリル酸モノマーとし、カチオン重合性材料をビスフェノール系エポキシモノマー、あるいは、ビスフェノール系エポキシモノマーと芳香族置換基を含んだオキシタンモノマーの混合物として、それらの質量組成比が10:90～90:10、好ましくは20:80～85:15であり、ビスフェノール系エポキシモノマーと芳香族置換基を含んだオキシタンモノマーの混合物の場合はそれらの質量組成比は、100:0～0:100である。質量組成比は以下に記載する本発明の光導波路作製におけるコアの形成速度、機械的強度また、クラッド様部分の機械的強度、信頼性等に鑑みて選択すれば良い。

#### 【0036】

また、ラジカル重合開始剤の例としては、ラジカル重合性材料と100質量部に対してはビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)フェニルホスフィンオキシド（チバスペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名「IRUGACURE 819」）0.05～10質量部

、好ましくは、0.1～5質量部添加する。尚、ラジカル重合開始剤の種類、使用量は、その光学濃度又は吸光度の分光特性及びラジカル重合性材料の光硬化に用いる光源の波長に依存し、当該波長における光学濃度が2を越さない範囲で使用する事が望ましい。また、カチオン重合開始剤としては、カチオン重合性材料100質量部に対してはプロピレンカーボネート溶媒に希釈したビス(p-t-ブチルフェニル)スルホニウム及びトリアリールスルホニウムのヘキサフルオロリン酸塩(ユニオンカーバイド社製、商品名「UVI-6990」)を0.1～20質量部、好ましくは、1～10質量部添加する。

### 【0037】

#### 〔導波路の製造方法〕

図1は本発明による光導波路の製法を説明する工程図である。透明容器1に本発明の光導波路の作製用材料組成物2を充填する。次にカチオン重合開始剤の特定波長 $\lambda_c$ より長く、かつラジカル重合開始剤の特定波長 $\lambda_r$ 以下の波長成分 $\lambda_1$ を含んだ光源による第1の照射光3を照射する(図1の(a))。これにより、高屈折率のカチオン重合性材料、カチオン重合開始剤を取込んだ状態で低屈折率のラジカル重合性材料が光照射の形状に応じたパターンに重合し、光学的に透明なる重合硬化した光路部分(コア)4が一旦形成される(図1の(b))。引き続いて第1の照射光3を一定時間以上継続すると、光路部分(コア)4からの側方への漏洩または散乱による光成分により、光路部分(コア)4の表面にやはり低屈折率のラジカル重合性材料のみが選択的に重合する。この時も高屈折率のカチオン重合性材料、カチオン重合開始剤を一部取込んだ状態ではあるが、漏洩または散乱による光成分は弱いので光路部分(コア)4におけるラジカル重合の際よりも反応が遅い。すると高屈折率のカチオン重合性材料の取り込まれる量は比較的少なく、低屈折率のラジカル重合性材料の硬化物の濃度(体積割合)が高くなる。こうして、光路部分(コア)4よりも屈折率の低い層(クラッド様部)5が形成される(図1の(c))。その後、カチオン重合開始剤の特定波長 $\lambda_c$ 以下の波長成分を含んだ光源による第2の照射光6によって透明容器1内に残存する低屈折率のラジカル重合性材料と高屈折率のカチオン重合性材料を同時に重合させる。こうして低屈折率層(クラッド様部)5よりも屈折率の高い硬化物か

らなる基体部 2' が形成される。このとき、第 1 の光照射によって形成された光路部分 (コア) 4 と低屈折率層 (クラッド様部) 5 内に残存する未硬化の高屈折率のカチオン重合性材料も重合する (図 1 の (d))。

#### 【0038】

図 2 の (a)、(b) は図 1 の製造方法により製造された光導波路の縦断面図と横断面図である。図 1 における第 1 の照射光 3 が円柱状のビームであれば図 2 (b) のように光路部分 (コア) 4 の横断面は円形となる。図 2 (c) は基体部 2' から低屈折率層 (クラッド様部) 5、光路部分 (コア) 4、低屈折率層 (クラッド様部) 5、基体部 2' へと走査した場合の屈折率変化の概略を示す概念図である。このように本発明の組成物を用いることで、図 2 (c) に示すようなステップインデックス型又は W 型の屈折率差、又は屈折率分布を有する光導波路を形成することができる。以下、図 2 (c) で示すように、光路部分 (コア) 4 の最大屈折率とその外周の低屈折率層 (クラッド様部) 5 の最小屈折率の差を  $\Delta n$  として示す。

#### 【0039】

##### 【実施例】

本明細書において、「部」は質量部を意味する。

##### 〔第 1 実施例〕

ラジカル重合性材料としてトリメチロールプロパントリメタクリレート (東亜合成社製、商品名「アロニックス M-309」、未硬化物屈折率 1.475、硬化物屈折率 1.515) を 70 部、カチオン重合性材料及びカチオン重合開始剤としてビスフェノール型エポキシモノマー (ジャパンエポキシレジン社製、商品名「エピコート 828」、未硬化物屈折率 1.574、硬化物屈折率 1.60) を 30 部、ラジカル重合開始剤としてビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)フェニルホスフィンオキシド (チバスペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名「IRUGACURE 819」 $\lambda_r=460\text{nm}$ ) を 0.35 部、カチオン重合開始剤としてプロピレンカーボネート溶媒に希釈したビス(p-t-ブチルフェニル)スルホニウム及びトリアリールスルホニウムのヘキサフルオロリン酸塩 (ユニオンカーバイド社製、商品名「UVI-6990」) を 0.9 部の配合比で混合して、光導波路の作製用材料組成物を作製した。次にこの組成物を 5m

m×5mm×15mmの透明容器内に充填した。Arレーザー光 ( $\lambda_1=488\text{nm}$ ) を強度25mWで6分照射し、15mm長のコアを形成した。次にArレーザー光を照射したまま120分放置した。次に20mW/cm<sup>2</sup> ( $\lambda=365\text{nm}$ における光強度) のUV光源を10分間照射し、残溶液を硬化させた。光路部分(コア部)の最大屈折率と低屈折率層の最小屈折率との差 $\Delta n$ を二光束干渉顕微鏡にて評価したところ、0.008であった。

#### 【0040】

##### 〔第2実施例〕

ラジカル重合性材料としてトリメチロールプロパントリメタクリレート(東亜合成社製、商品名「アロニックスM-309」、未硬化物屈折率1.475、硬化物屈折率1.515)を70部、カチオン重合性材料として1,4-ビス((3-エチル-3オキセタニル)メトキシ)ベンゼン(東亜合成社製、商品名「OXT-121」、未硬化物屈折率1.511、硬化物屈折率1.54)とビスフェノール型エポキシモノマー(ジャパンエポキシレジン社製、商品名「エピコート828」)の1:1混合組成物(未硬化物屈折率1.541、硬化物屈折率1.57)を30部、ラジカル重合開始剤としてビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)フェニルホスフィンオキシド(チバスペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名「IRUGACURE 819」 $\lambda_r=460\text{nm}$ )を0.35部、カチオン重合開始剤としてプロピレンカーボネート溶媒に希釈したビス(p-t-ブチルフェニル)スルホニウム及びトリアリールスルホニウムのヘキサフルオロリン酸塩(ユニオンカーバイド社製、商品名「UVI-6990」)を0.9部の配合比で混合して光導波路の作製用材料組成物を作製した他は、上記第1実施例と同様にして光導波路を形成した。光路部分(コア部)の最大屈折率と低屈折率層の最小屈折率との差 $\Delta n$ を二光束干渉顕微鏡にて評価したところ、0.007であった。

#### 【0041】

##### 〔その他の実施例〕

表1に示すような、高屈折率のカチオン重合性材料C1~C5、低屈折率のラジカル重合性材料R1~R5を、表2、表3のように組み合わせて第1実施例と同様にして光導波路を形成した。

【表 1】

記号	内容	製造会社と商品名	屈折率
C 1	ビスフェノールAグリシジルエーテル	旭電化工業「アデカオプトマーKRM-2405」	1.573
C 2	ビスフェノールAグリシジルエーテル	ダウ・ケミカル「D. E. R. 332」	1.570
C 3	水添型ビスフェノールAグリシジルエーテル	共栄社化学「エポライト3002」	1.500
C 4	ジ(1-エチル(3-オキセタニル))メチルエーテル	東亜合成「OXT-221」	1.454
C 5	脂環式エポキシ樹脂	ユニオンカーバイド「UVR-6110」	1.498
R 1	2-ヒドロキシ-3-アクリロイルオキシプロピルメタクリレート	共栄社化学「ライトエステルG-201P」	1.473
R 2	ジメチロールトリシクロデカンジアクリレート	共栄社化学「ライトアクリレートDCP-A」	1.503
R 3	ペンタエリスリトールテトラアクリレート	共栄社化学「ライトアクリレートPE-3A」	1.485
R 4	EO変性トリメチロールプロパントリアクリレート	サートマー「SR-454」	1.471
R 5	ポリエチレングリコールジアクリレート	共栄社化学「ライトアクリレート4EG-A」	1.464

## 【0042】

表2の各実施例においては、ラジカル重合開始剤としてビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)フェニルホスフィンオキシド(チバスペシャリティ・ケミカルズ社製、商品名「IRUGACURE 819」 $\lambda_r=460\text{nm}$ )を0.5部、カチオン重合開始剤としてプロピレンカーボネート溶媒に希釈したビス(p-t-ブチルフェニル)スルホニウム及びトリアリールスルホニウムのヘキサフルオロリン酸塩(ユニオンカーバイド社製、商品名「UVI-6990」)を3部用いた。コア形成の際はArレーザー光( $\lambda_1=488\text{nm}$ )を強度50mWで表2の各時間照射し、その後5分放置した。次に20mW/cm<sup>2</sup>( $\lambda=365\text{nm}$ における光強度)のUV光源を5分間照射した。



【表 2】

ラジカル 重合性材料	カチオン 重合性材料	コア形成 時間	最大／最小屈折率 の差 $\Delta n$
R 1 を50部	C 1 を50部	90秒	0.0046
R 2 を50部	C 1 を50部	150秒	0.0045
R 3 を50部	C 1 を50部	200秒	0.0058
R 4 を50部	C 1 を50部	140秒	0.0070
R 5 を50部	C 1 を50部	125秒	0.0071

【0043】

表3の各実施例においては、ラジカル重合開始剤の部数を0.75部とし、Arレーザー光 ( $\lambda_1=488\text{nm}$ ) の強度を80mWとした他は表2の実施例と全く同条件とした。

【表 3】

ラジカル 重合性材料	カチオン 重合性材料	コア形成 時間	最大／最小屈折率 の差 $\Delta n$
R 4 を50部	C 1 を50部	56秒	0.0071
R 4 を50部	C 2 を50部	52秒	0.0085
R 4 を50部	C 3 を50部	38秒	0.0031
R 4 を50部	C 1 を40部 C 4 を10部	45秒	0.0061
R 4 を50部	C 1 を40部 C 5 を10部	40秒	0.0066
R 4 を50部	C 3 を40部 C 5 を10部	140秒	0.0023

【0044】

尚、表2、表3の光路部分（コア部）の最大屈折率と低屈折率層の最小屈折率との差 $\Delta n$ は、二光束干渉顕微鏡にて評価した。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の具体的な実施例に係る光導波路の製造方法を示す工程図。

【図 2】

本発明の具体的な実施例に係る光導波路の縦断面図 (a)、横断面図 (b)、屈折率分布の概念図 (c)。

【符号の説明】

- 1 透明容器
- 2 光導波路の作製用材料組成物
- 2' 基体部
- 3 第 1 の光照射
- 4 光路部分 (コア)
- 5 低屈折率層 (クラッド様部)
- 6 第 2 の光照射

$\lambda_r$  ラジカル重合開始剤の特定波長

$\lambda_c$  カチオン重合開始剤の特定波長

$\lambda_1$  第 1 の光照射の波長

$\lambda_2$  第 2 の光照射の波長

$n_r$  ラジカル重合性材料の硬化物の屈折率

$n_c$  カチオン重合性材料の硬化物の屈折率

$n_{rc}$  本発明に係る組成物全体の硬化物の屈折率

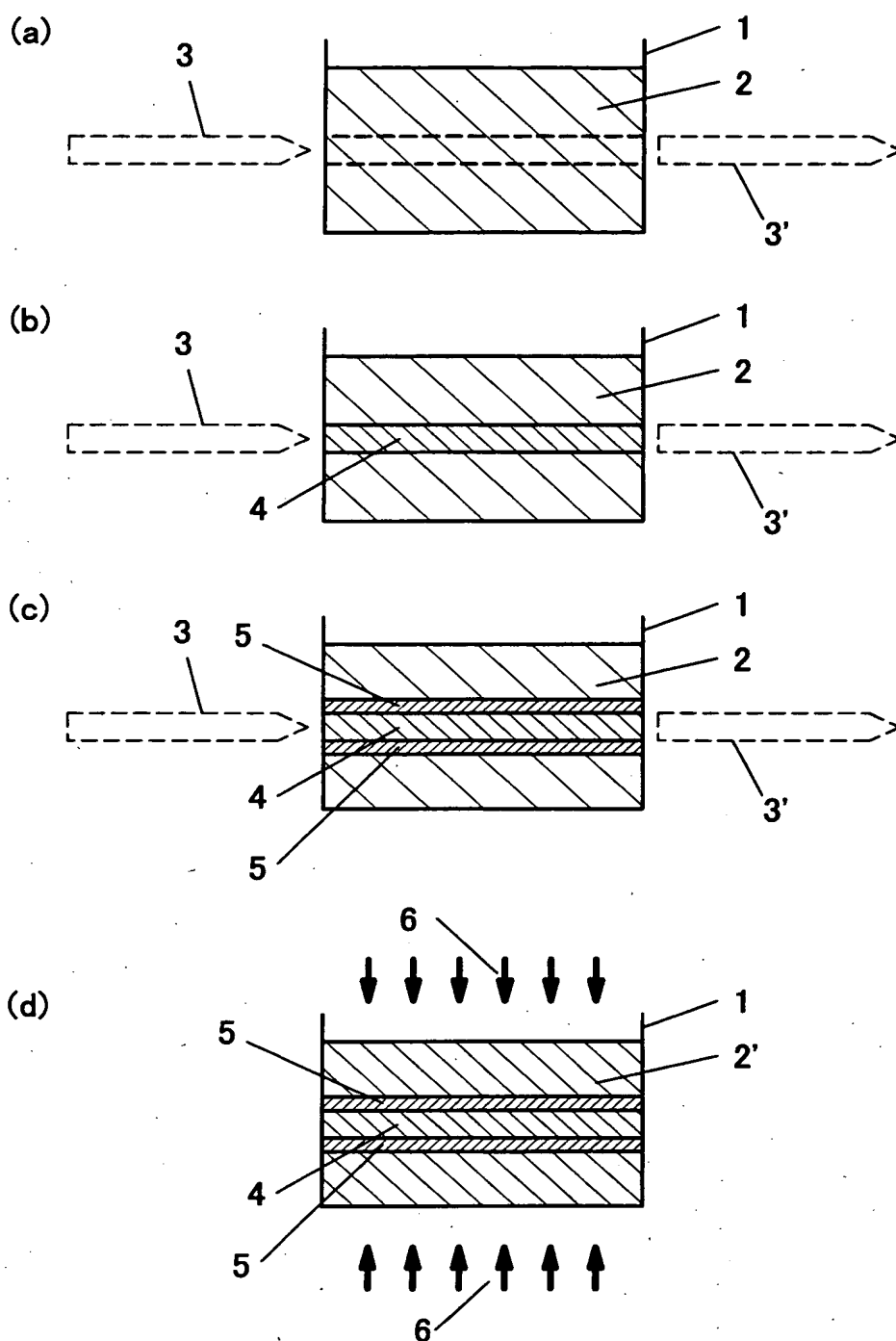
$n_{max}$  光路部分 (コア) の屈折率の最大値

$n_{min}$  低屈折率層 (クラッド様部) の屈折率の最小値

$\Delta n$   $n_{max}$  と  $n_{min}$  の差

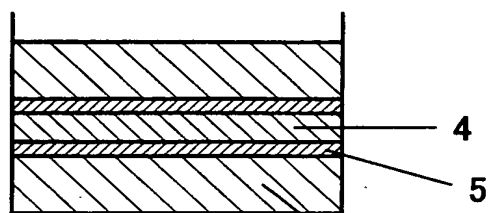
【書類名】 図面

【図 1】

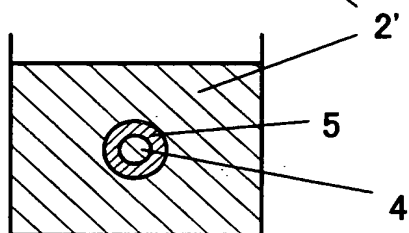


【図 2】

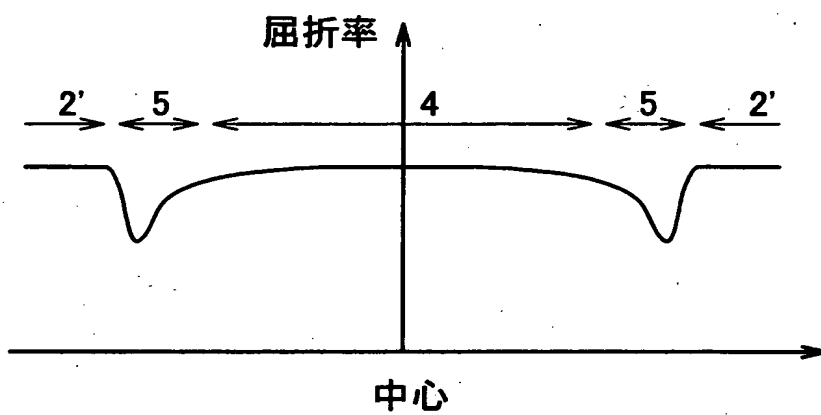
(a)



(b)



(c)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】生産性が良く、コア中央部の屈折率が最も高い光導波路の製造方法とそれに好適な材料組成物。

【解決手段】低屈折率のラジカル重合性材料、高屈折率のカチオン重合性材料、高波長で有効なラジカル重合開始剤、より短波長で有効なカチオン重合開始剤を含む組成物2を用いる。透明容器1に組成物2を充填し、ラジカル重合開始剤に有効な第1の照射光3を照射する(a)。これにより、高屈折率のカチオン重合性材料とカチオン重合開始剤を取込んだ状態で低屈折率のラジカル重合性材料が光照射の形状に応じたパターンに重合し、光学的に透明な光路部分4が一旦形成される(b)。第1の照射光3を継続すると、光路部分4から側方への光成分により、光路部分4の表面にそれよりも屈折率の低い層5が形成される(c)。その後に、第2の照射光6によって透明容器1内に残存する未硬化物を硬化させる(d)。

【選択図】 図1

特願 2002-313422

出願人履歴情報

識別番号

[000003034]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1994年 7月14日

名称変更

東京都港区西新橋1丁目14番1号

東亜合成株式会社

2. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

2003年 5月21日

名称変更

住所変更

東京都港区西新橋1丁目14番1号

東亜合成株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 6 0 9 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 9 月 6 日  
新規登録

住 所  
氏 名

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1  
株式会社豊田中央研究所

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 4 1 4 6 3 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 9 日  
新規登録

住 所  
氏 名

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地  
豊田合成株式会社